



ISSN 0104-866X  
Dezembro, 2001

---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Avanços Tecnológicos no Feijão Caupi**

**V Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi**  
4 a 7 de dezembro de 2001

## **Anais**

### **Organizadores:**

**Francisco Rodrigues Freire Filho**  
Embrapa Meio-Norte

**Valdenir Queiroz Ribeiro**  
Embrapa Meio-Norte

**Aderson Soares de Andrade Júnior**  
Embrapa Meio-Norte

**Edson Alves Bastos**  
Embrapa Meio-Norte

**Embrapa Meio-Norte**  
Teresina, PI  
2001

**Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:**

**Embrapa Meio-Norte**  
Av. Duque de Caxias, 5650  
Telefone: (86) 225-1141  
Fax: (86) 225-1142. E-mail: publ@cpann.embrapa.br.  
Caixa Postal 01  
CEP 64006-220 Teresina, PI

**Tratamento editorial:** Lígia Maria Rolim Bandeira  
**Normalização bibliográfica:** Jovita Maria Gomes Oliveira  
**Capa:** Célio Marcos Martins de Oliveira

**Tiragem:** 600 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação aos direitos autorais (Lei nº 9.610)

CIP - Cotalogação na publicação  
Embrapa Meio-Norte

Reunião Nacional de Pesquisa de Caupi, (5.: 2001. Teresina). Anais da 5ª  
Reunião Nacional de Caupi [Organização de] Francisco Rodrigues  
Freire Filho... [et al.]. Teresina, PI. Embrapa Meio-Norte, 2001.  
343 p.; 28 cm - (Embrapa Meio-Norte. Documentos,  
ISSN 0104-866X; 56)

1. Caupi, Tecnologia. 2. Feijão de corda - Tecnologia.  
I. Freire Filho, Francisco Rodrigues. II Título. III Título: Avanço  
Tecnológicos no Feijão Caupi. IV Série.

CDD. 635.6592063-21. ed

©Embrapa 2001

## AVALIAÇÃO DO PROGRESSO GENÉTICO NA PRODUTIVIDADE DE CAUPI DE PORTE ENRAMADOR NA REGIÃO MEIO-NORTE DO BRASIL<sup>1</sup>

F. R. FREIRE FILHO<sup>2</sup>, V. Q. RIBEIRO<sup>2</sup>, A. C. de A. LOPES<sup>2</sup> e A. A. dos SANTOS<sup>3</sup>

**Resumo** - Estimou-se o ganho genético obtido, em genótipos de porte enramador, no programa de melhoramento de caupi da Embrapa Meio-Norte, no período de 1990 a 2001. Foram utilizados dados da rede experimental, num total de 47 ensaios. Usou-se um modelo linear, com efeito de genótipos fixos e os demais efeitos aleatórios. O ganho genético total do período foi de 106,5 kg.ha<sup>-1</sup> e o ganho médio anual foi de 9,7 kg.ha<sup>-1</sup>, correspondendo, respectivamente, a 12 % e 1,1 %. Esses dados demonstram que o esforço realizado para melhorar o potencial produtivo das cultivares de caupi de porte enramador está produzindo bons resultados mas mostram também que algumas etapas do programa precisam ser reavaliadas para torná-lo mais eficiente.

**Palavras-chave:** *Vigna unguiculata*, ganho genético.

### YIELD AND GENETIC GAIN EVALUATION OF CLIMBING COWPEA IN THE BRAZILIAN MIDDLE-NORTH REGION

**Abstract** - This study aimed to estimate the genetic progress attained by the Embrapa Middle-North cowpea breeding program, on the climbing cowpea genotype. Data from a 47 trials experimental net, carried from 1990 to 2001, were used. The statistics followed a linear model, considering the genotype effect as fixed, while all the others were regarded as having random interactions. The estimated total genetic gain in the period was 106,5 kg.ha<sup>-1</sup>, while the annual genetic gain was 9,7 kg.ha<sup>-1</sup>, corresponding to a 2,0% and 1,1% gain, respectively. The results indicated that the breeding program efforts to get better yielding climbing cowpea cultivars, have produced good results, but some of the program steps need to be improved, for an increased efficiency.

**Keywords:** *Vigna unguiculata*, genetic gain.

### Introdução

O melhoramento genético deve ser contínuo e dinâmico para poder atender as demandas dos consumidores, disponibilizando um produto de boa qualidade a um preço competitivo. Entretanto, o melhoramento, embora tendo demandas de curto prazo, como processo contínuo, tem objetivos e metas, geralmente, de médio prazo, haja visto que o tempo para obtenção de uma nova cultivar, de uma cultura anual, fica entre seis e dez anos. Desse modo, os programas de melhoramento precisam ser avaliados quanto a eficiência na concentração de genes favoráveis nas linhagens elite e consequentemente nas cultivares lançadas comercialmente.

Vencovsky et al., (1988) afirmam que o ideal seria que fosse instalado um conjunto de ensaios, em diferentes localidades, durante alguns anos, com sementes renovadas de cultivares lançadas em diferentes períodos do melhoramento. Mas reconhece, entretanto, que essa alternativa tem alguns inconvenientes pois requer recursos adicionais além da dificuldade para recuperar as cultivares utilizadas no passado. Têm sido apresentadas diferentes alternativas para se estimar o progresso genético em programas de melhoramento. Vencovsky et al. (1988) apresentam uma metodologia que utiliza dados de redes de ensaios e estima o progresso genético com base nas diferenças entre os genótipos de um determinado ano em relação aos do ano anterior, usando os tratamentos comuns aos referidos anos para estimar o efeito de ano, o qual é subtraído do efeito total. Breseghello (1995) avaliou a metodologia apresentada por Vencovsky et al. (1988) e duas outras que utilizam regressão para estimar o progresso genético em arroz de terras altas. Concluiu que a metodologia que utiliza regressão e dados ajustados foi a mais precisa em seu estudo. Fonseca Junior (1997) comparou seis metodologias para estimar o progresso genético em

<sup>1</sup> Apoio Embrapa Meio-Norte e Fundeci/Banco do Nordeste.

<sup>2</sup> Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP 64.006-220, Teresina, PI. E-mails: freire@cpamn.embrapa.br, valdenir@cpamn.embrapa.br

<sup>3</sup> Embrapa Agroindústria Tropical Caixa Postal 3761, CEP 60511-110, Fortaleza, CE.  
E-mail: apoliano@cpat.embrapa.br

feijoeiro comum, a apresentada por Vencovsky et al. (1988) duas derivadas dessa metodologia e três que utilizam regressão. Constatou que a metodologia apresentada por Vencovsky et al. (1988) e as duas derivadas forneceram resultados de magnitude semelhante e embora não apresentando resultado significativo a metodologia que usou regressão e dados ajustados foi a que forneceu maior coeficiente de determinação. Breseghello et al. (1998) apresenta uma nova metodologia que utiliza o método dos quadrados mínimos generalizado e fornece uma estimativa ponderada do ganho genético médio do período estudado.

Vários estudos têm sido feitos para estimar o progresso genético em diferentes culturas. Considerando somente culturas anuais autógamas, como o caupi, podemos citar o progresso genético médio anual estimado em alguns desses estudos: em soja, Toledo et al. (1990), em dois grupos de maturação, obteve ganhos de 1,8% e 1,3%; em feijoeiro comum, Abreu et al. (1994), 1,9% e Fonseca Junior (1997), no grupo cores 1,42% e no grupo preto 1,6%; em arroz de sequeiro, Soares & Ramalho (1994a), 4,0%; em arroz irrigado, Soares & Ramalho (1994b), 5,2%, Soares et al. (1994), 1,6%, Rangel et al. (2000), 0,3% e Santos et al. (1999), 0,98%. Constatou-se que a maioria das estimativas estão abaixo de 2,0%.

Esse trabalho teve o objetivo de estimar o progresso genético médio anual em caupi de porte enramador, no período de 12 anos, para extrair subsídios para aperfeiçoar o processo de seleção e avaliação de linhagens para torná-lo mais eficiente.

### Material e Métodos

Para estimar o progresso genético obtido pelo melhoramento em caupi de porte enramador, no período de 1990 a 2001, foram utilizados os resultados dos ensaios estaduais da Embrapa Meio-Norte, conduzidos em condições de sequeiro (Tabela 1). Como pode ser constatado os grupos de linhagens foram avaliados em ciclos de dois ou três anos sendo então substituídos por novos materiais, mantendo-se porém as testemunhas que serviram de referência entre os ciclos de avaliação consecutivos. Desse modo se espera que os novos tratamentos introduzidos nos ensaios a cada novo ciclo de avaliação, por hipótese, tenham potencial genético igual ou superior aos que foram excluídos da rede de ensaios.

Foi utilizado a metodologia apresentada por Vencovsky et al. (1988), a qual avalia a diferença entre a expressão do caráter nos genótipos de um determinado ano em relação aos genótipos do ano imediatamente anterior. Essa diferença é utilizada para o cálculo do ganho genético total. As diferenças entre os tratamentos comuns, em cada par de anos consecutivos, são usadas para estimar o efeito-ano a ser subtraído do efeito total.

O modelo linear adotado foi:

$$Y_i + m + a_i + g_i + e_i; \text{ onde,}$$

$Y_i$  é a média geral dos ensaios no ano  $i$ ;

$m$  é a média geral;

$a_i$  é o efeito do ano  $i$  comum a todas as testemunhas;

$g_i$  é o potencial genótipo médio de todos os genótipos, exceto as testemunhas, avaliadas no ano  $i$ ;

$e_i$  é o erro experimental da média  $Y_i$  e mais a média das interações dos tratamentos com o ano  $i$ .

O mesmo procedimento foi adotado para o ano  $Y_{i+1}$ , onde:

$$Y_{i+1} = m + a_{i+1} + g_{i+1} + e_{i+1},$$

onde os efeitos são os mesmo descritos anteriormente.

Como o objetivo é estimar as diferenças genéticas de um grupo de genótipos avaliados em um ano em relação ao grupo avaliado no ano anterior tem-se o contraste:

$$Y_{i+1} - Y_i = (a_{i+1} - a_i) + (g_{i+1} - g_i) + (e_{i+1} - e_i).$$

Esse contraste confunde as diferenças genotípicas com as de ambiente. Entretanto usando o contraste entre os genótipos que foram comuns nos dois anos de avaliação pode-se, isolar o efeito de ambiente, ou seja:

$$Y_{ci} = m + a_i + g_{ci} + e_i$$

$$Y_{ci+1} = m + a_{i+1} + g_{ci+1} + e_{i+1}$$

$$Y_{ci+1} - Y_{ci} = (a_{i+1} - a_i) + (g_{ci+1} - g_{ci}) + (e_{i+1} - e_i),$$

Desse modo a estimativa do avanço genético (ag) entre os anos  $i$  e  $i+1$ , pode ser obtido pela diferença entre o contraste que avalia todos os tratamentos e o contraste que envolve somente os tratamentos comuns:

$$ag_{i+1,i} = (Y_{i+1} - Y_i) - (Y_{ci+1} - Y_{ci}) = (g_{i+1} - g_i).$$

Com os efeitos de erros experimentais e os devidos às interações são aleatórios e assumindo-se que sejam  $N(0, \sigma^2)$  e os efeitos genotípicos fixos, tem-se, em termos de esperança matemática  $E(ag_{i+1,i}) = g_{i+1} - g_i$ . Portanto,  $ag_{i+1,i}$  pode ser aceito como estimador da modificação genotípica média ocorrida no ano  $i+1$  em relação ao ano  $i$ , em decorrência dos novos materiais incluídos no ano  $i+1$ . O ganho genético total do período (GTP) foi obtido pela somatória dos ganhos anuais, ou seja:

$$GTP = \sum_{i=1}^n ag_{i+1,i} + ag_{i+2,i+1} + ag_{i+3,i+2} \dots ag_{i+m,i+n-1}$$

O ganho genético médio anual foi obtido dividindo o ganho genético total do período (GTP) pelo número de anos menos um, ou seja:

$$GMA = GTP / n - 1$$

O GTP e o GMN percentuais foram calculados pela divisão dos respectivos valores pela média dos dois primeiros anos, visando assim minimizar o efeito do ambiente sobre a média de rendimento do primeiro ano (Soares & Ramalho, 1994a).

### Resultados e Discussão

Não foi encontrada nenhuma referência sobre ganho genético em caupi estimada a partir de uma série histórica de dados experimentais. Desse modo não se tem nenhuma referência para a comparação dos dados. Entretanto, com base em outras culturas algumas comparações podem ser estabelecidas.

Como pode ser constatado na Tabela 1, não há uma variação não muito ampla na produtividade das linhagens dentro de um mesmo ano mas há uma grande variação na média dos ensaios de ano para ano. Isso reflete a variação ambiental, principalmente devido a irregularidade na distribuição e na quantidade das precipitações pluviais. Constata-se também que os genótipos têm sido avaliados em grupos, podendo-se identificar quatro grupos, respectivamente, no período de 1990 a 1993, 1994 a 1995, 1996 a 1998 e 1999 a 2001. Com essa estratégia de avaliação a taxa de substituição foi bastante variável, sendo zero dentro de um ciclo de avaliação e até de 90%, na mudança de um ciclo para outro. Essa estratégia confere maior confiabilidade para o estudo da adaptabilidade e estabilidade mais para o estudo do avanço genético compromete a previsão da estimativa do efeito ambiental na mudança de um ciclo de avaliação para outro. Isso sugere que a mesma deve ser reavaliada para que se busque uma taxa de substituição que seja adequada ao programa e ambos os estudos. Dependendo da precisão média obtida nos ensaios, uma taxa de substituição entre 20% e 50% parece adequada para os ensaios de caupi.

O ganho genético total estimado foi de 106,5 kg.ha<sup>-1</sup> e o ganho médio anual de 9,7 kg.ha<sup>-1</sup>, correspondendo, respectivamente, a 9,7% e 1,1% (Tabela 2). Comparando esse ganho aos obtidos em outras culturas anuais autógamas, estimados por essa mesma metodologia esse ganho foi relativamente baixo haja visto que Toledo et al. (1990), em soja, em dois grupos de maturação, obtiveram ganhos de 1,8% e 1,3%, Soares & Ramalho (1994a), em arroz de sequeiro, de 4,0%, Soares & Ramalho (1994b) em arroz irrigado, de 5,2%, e Abreu et al. (1994), em feijoeiro comum, de 5,7%.

É importante mencionar que a cultura do feijão caupi está passando por grandes mudanças, tanto nos sistemas de produção, que a cada dia estão se tornando mais tecnificados, como a nível de mercado, onde está havendo uma maior exigência pela qualidade do produto. Isso tem feito a seleção se voltar com mais ênfase para outros caracteres como arquitetura de planta, cor, tamanho, forma e uniformidade de grãos. Possivelmente isso tenha causado uma redução na variabilidade para produtividade, com conseqüências desfavoráveis para o ganho genético. Esses resultados, apesar de satisfatórios, sugerem que se reavalie algumas etapas do programa, como seleção de parentais, de cruzamentos, tamanho e nível de variabilidade genética das populações segregantes ao longo do avanço das gerações e o número de linhagens abertas por ciclo de seleção.

Por outro lado é importante mencionar que as linhagens lançadas nesse período, apesar de poucas, são produtivas e altamente resistentes a vírus e têm sido muito bem aceitas pelo mercado, particularmente a BR 14-Mulato, a qual teve sua recomendação estendida para o estado da Bahia e a BR 17-Gurguéia que atualmente é cultivada no Piauí, Maranhão, Pará e Tocantins.

TABELA 1. Rendimento médio de grãos (kg/ha) de linhagens de caupi de porte enramador em cultivo de sequeiro, na região Meio-Norte. Embrapa Meio-Norte, 2001.

Nº Cultivar/linhagem	ANOS											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1 Tex1-69E	840	1051	759	1064								
2 Tex1-71E	817	1060	799	1078								
3 Tex4-11E	728	990	724	972								
4 Tex4-38E	768	1072	821	1012								
5 Tex4-60E	831	1036	808	997								
6 Tex4-67E	813	1075	731	1170								
7 TEX4-106E	774	1220	893	996								
8 Tex21-45E	763	1050	938	988								
9 TE86-75-9E	737											
10 TE86-75-18E	639	953	656	1029								
11 TE86-75-36E.4	649	1079	398	937								
12 BR 17-Gurguéia	812	1262	948	1032	712	1107	922	587	734	668	1305	1816
13 TE86-75-56E	693	1046	667	982	459	746						
14 TE86-75-57E	637	1131	670	977								
15 TE86-75-61E	802	1091	598	702								
16 TE86-75-63E	789	1103	965	1048								
17 CNCx166-08E	632											
18 BR 14-Mulato	702	931	744	1055	533	1021	812	551	686			
19 CE-315	614	618	622	702								
20 BR 10-Piauí	727	1178	606	874								
21 Santo Inácio		524	583	739	247	640						
22 TE86-75-17E.2		1301	598	1079	496	1033						
23 TE90-169.4F					535	906						
24 TE90-177.5F					379	780						
25 TE90-178.1F					545	1024						
26 TE90-179.2F					410	895						
27 TE90-179.9F					444	829						
28 TE90-180.14F					382	804						
29 TE90-180.5F					498	1025						
30 TE90-180.6F					496	679						
31 TE90-180.9F					608	1018						
32 TE90-180-15F					531	887						
33 TE90-180-16F					469	1053						
34 TE90-180-17F					449	1027						
35 TE90-180-26F					599	841						
36 TE90-180-27F					483	882						
37 TE90-180-28F					557	853						
38 TE90-170-29F							799	719	583			
39 TE90-170-40F							679	590	816			
40 TE90-170-76F							857	704	895			
41 TE90-172-21E							712	713	850			
42 TE90-172-33F							668	569	676			
43 TE90-177-3E							1005	450	843			
44 TE90-179-14E							700	766	775			
45 TE90-172-42E							757	440	553			
46 TE90-180-79E							953	598	920			
47 TE90-180-79E							856	732	1333			
48 TE90-180-88E							1035	540	773	614	1147	1494
49 TE90-184-1E							532	599	453			
50 TE90-184-10F							728	714	659			
51 TE90-180-13F							753	773	788			
52 CNCx-405-17F							962	600	717			
53 CNCx-409-11F							898	698	903			
54 CNCx-409-12F							909	748	694			
55 CNCx-676-51F							669	418	684			
56 TE93-200-49F										648	1093	1790
57 TE93-213-125-1										641	1152	1023
58 TE93-213-12F-2										688	1116	1550
59 TE93-214-11F										725	1178	1560
60 TE93-244-23F										774	1178	1657
61 TE94-256-6E										658	1078	1496
62 TE94-268-3E										629	1075	1652
63 TE94-269-1E										651	1104	1430
64 TE94-270-4E										614	1223	1574
65 Paulista										703	875	1400
66 Canapu										668	996	1596
67 IPA-206										706	1109	1689
68 Epace-10										479	1344	1796
69 Canapuzinho										631	1182	2041
Nº de ensaios	4	2	3	3	2	5	4	3	3	4	8	6

TABELA 2: Média geral para cada ano, dos tratamentos comuns nos pares de anos sucessivos, ganho genético total e ganho genético médio anual obtidos nos ensaios estaduais enramadores. Embrapa Meio-Norte, 2001.

Ano Agrícola	$Y_i$ kg.ha <sup>-1</sup>	$Y_{ci, i+1}$ Kg.ha <sup>-1</sup>	$Y_{ci+1, i}$ kg.ha <sup>-1</sup>	$G_{i+1, i}$ kg.ha <sup>-1</sup>	$G_{i+1, i}$ %
1990	738,4	799,4		-	-
1991	1.038,6	1038,6	1052,6	-8,0	-0,9
1992	726,4	726,4	726,4	0,0	0,0
1993	971,7	977,4	971,7	0,0	0,9
1994	491,6	491,6	489,4	7,9	0,9
1995	902,5	1.064,0	902,5	0,0	0,0
1996	810,3	810,3	867,0	104,8	11,8
1997	625,5	625,5	625,5	0,0	0,0
1998	766,8	753,5	766,8	0,0	0,0
1999	656,1	656,1	641,0	1,8	0,2
2000	1.134,7	1.134,7	1.134,7	0,0	0,0
2001	1.597,8		1.597,8	0,0	0,0
Ganho genético total				106,5	12,0
Ganho genético médio anual				9,7	1,1

### Referências

- ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; MARTINS, L.A. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.29, n.1, p.105-112, 1994.
- BRESEGHELLO, F. **Ganhos para a produtividade pelo melhoramento genético do arroz irrigado no Nordeste do Brasil**. Goiânia: UFG, 1995. 93p. Dissertação de Mestrado.
- BRESEGHELLO, F.; MORAIS, O.P. de; RANGEL, P.H.N. A new method to estimate genetic gain in annual crops. *Genetics and Molecular Biology*, Ribeirão Preto, v.21, n.14, p.551-555, 1998.
- CARDOSO, M.J.; FREIRE FILHO, F.R.; ATHAYDE SOBRINHO, C. **BR 14-Mulato: nova cultivar de feijão macassar para o Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa-UEPAE de Teresina, 1990. 4p. (Embrapa-UEPAE de Teresina. Comunicado Técnico, 48).
- FREIRE FILHO, F.R.; SANTOS, A.A. dos; CARDOSO, M.J.; SILVA, P.H.S. da.; RIBEIRO, V.Q. **BR 17 Gurguéia: nova cultivar de caupi com resistência a vírus para o Piauí**. Teresina: Embrapa-CPAMN, 1994. 6p. (Embrapa-CPAMN. Comunicado Técnico, 61).
- FONSECA JÚNIOR, N. da S. **Progresso genético na cultura do feijão no estado do Paraná no período de 1977 a 1995**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 168p. Tese de Doutorado.
- RANGEL, P.H.N.; PEREIRA, J.A.; MORAIS, O.P. de; GUIMARÃES, E.P.; YOKOKURA, T. Ganhos na produtividade de grãos pelo melhoramento genético do arroz irrigado no Meio-Norte do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.8, p.1595-1604, 2000.
- SANTOS, P.G.; SOARES, P.C.; SOARES, A.A.; MORAIS, O.P. de; CORNÉLIO, V.M. de O. Avaliação do progresso genético obtido em 22 anos no melhoramento do arroz irrigado em Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.10, p.1889-1896, 1999.
- SOARES, A.A.; RAMALHO, M.A.P.; SOUZA, A.F. de; Estimativa do progresso genético obtido pelo melhoramento de arroz irrigado da EPAMIG, na década de oitenta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.29, n.1, p.97-104, 1994.

SOARES, A.A.; RAMALHO, M.A.P. **Progresso genético obtido com o arroz de sequeiro em Minas Gerais através do melhoramento, no período de 1974 a 1993.** Belo Horizonte: EPAMIG, 1994a. p.1-8.

SOARES, A.A.; RAMALHO, M.A.P. **Ganho genético em arroz irrigado por inundação, em Minas Gerais através do melhoramento, durante dezoito anos, em Minas Gerais.** Belo Horizonte: EPAMIG, 1994b. p.1-8.

TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L.A. de; KIHHL, R. A. de S.; MENOSSO, O.G. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via mclhoramento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.1, p.89-94, 1990.

VENCOVSKY, R.; MORAES, A.R.; GARCIA, J.C.; TEIXEIRA, N.M. Progresso genético em vinte anos de milho no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., 1986, Belo Horizonte. **Anais**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1988. p.300-307.